

INSPIRACJE CIVITAS W ZAKRESIE TRANSPORTU PUBLICZNEGO



Przygotowanie na przyszłe
wstrząsy i zakłócenia dzięki
systemom odpornym na
zmiany klimatu



THE CIVITAS INITIATIVE
IS CO-FUNDED BY
THE EUROPEAN UNION



WSTĘP

W europejskich miastach transport publiczny jest podstawą systemu mobilności. Jednak wraz ze wzrostem częstotliwości i intensywności ekstremalnych zjawisk pogodowych spowodowanych zmianą klimatu systemy te muszą wykazywać coraz większą odporność. Aby utrzymać świadczenie podstawowych usług w warunkach destabilizacji, sieci transportu publicznego muszą zostać dostosowane i uodpornione na szeroki zakres oddziaływań klimatycznych.

Ekstremalne zjawiska pogodowe - takie jak powodzie opadowe, rzeczne i przybrzeżne, a także fale upałów - mogą prowadzić do uszkodzeń infrastruktury, które nie tylko zakłócają funkcjonowanie sieci transportu publicznego, lecz także stwarzają ryzykowne warunki zagrażające bezpieczeństwu i zdrowiu pasażerów. Skutki te różnią się pod względem dotkliwości, dlatego konieczne jest uwzględnienie całego ich spektrum. Przykładowo rosnąca liczba mieszkańców obszarów miejskich doświadcza regularnych fal upałów, pogłębianych zarówno przez zmiany klimatyczne jak i efekt miejskiej wyspy ciepła. Warunki te stwarzają poważne zagrożenia dla zdrowia zwłaszcza dla grup szczególnie narażonych, takich jak osoby starsze, które częściej korzystają z transportu publicznego.

Dlatego zwiększanie odporności systemów transportu publicznego na wysokie temperatury - poprzez działania takie jak poprawa zacienienia na przystankach autobusowych i tramwajowych czy obniżanie temperatury na stacjach metra - staje się coraz ważniejsze dla zapewnienia bezpiecznych i niezawodnych usług wszystkim mieszkańcom. Co więcej zmieniające się warunki klimatyczne mogą wpływać na sposób podróżowania, potencjalnie zwiększając zapotrzebowanie na transport publiczny podczas ekstremalnych upałów, gdy aktywne formy przemieszczania się stają się niepraktyczne lub niebezpieczne.

Systemy transportu publicznego przyszłości muszą być projektowane z myślą o adaptacyjności

i elastyczności, aby skutecznie reagować na różne rodzaje potencjalnych zagrożeń. Odporna sieć transportu publicznego powinna nie tylko być zdolna do utrzymania lub szybkiego przywrócenia kluczowych usług mobilności w sytuacjach kryzysowych, lecz także do przewidywania ryzyka oraz odpowiedniego dostosowywania swoich zasobów do zmieniających się warunków klimatycznych. Odporność nie sprowadza się wyłącznie do zapewnienia trwałości infrastruktury, lecz oznacza także podejmowanie działań zapobiegawczych wobec możliwych problemów w funkcjonowaniu systemów oraz dążenie do ograniczania ich skutków. Oznacza to opracowywanie strategii i planów operacyjnych, które zapewniają ciągłość świadczenia usług nawet w obliczu nieprzewidzianych wyzwań.

Dlaczego odporny transport publiczny jest ważny?

Jeśli centrum miasta jest bijącym sercem życia miejskiego, to sieć transportowa stanowi jego układ żylny - łączący serce z każdą inną częścią miasta w złożonym, lecz kluczowym systemie. W europejskich miastach to transport publiczny tworzy jego kręgosłup. Zdolność tego systemu do dostosowywania się do trudnych i zmieniających się warunków jest niezbędna, aby całe miasto mogło funkcjonować sprawnie i bez przeszkód.



Image: Dreamstime / Aginger

Mieszkańcy obszarów miejskich w Europie są szczególnie narażeni na skutki ekstremalnych zjawisk pogodowych. Osoby mieszkające w dzielnicach o niskich dochodach lub na obszarach zmarginalizowanych często nie dysponują zasobami niezbędnymi do radzenia sobie z zakłóceniami związanymi ze zmianą klimatu ani do przystosowania się do nich. Jednocześnie grupy takie jak osoby o niskich dochodach, osoby starsze, osoby z niepełnosprawnościami oraz inne społeczności marginalizowane są w nieproporcjonalnie dużym stopniu zależne od transportu publicznego w dostępie do pracy, opieki zdrowotnej, edukacji i podstawowych usług.

Kiedy zakłócenia wywołane zmianami klimatu wpływają na funkcjonowanie transportu publicznego, nie tylko przerywają możliwość przemieszczania się – lecz także izolują grupy wrażliwe i pogłębiają istniejące nierówności społeczne i ekonomiczne. Budowanie systemów transportu publicznego odpornych na skutki zmian klimatu jest zatem nie tylko kwestią infrastruktury, lecz także sprawiedliwości społecznej i równości miejskiej.

Transport publiczny odgrywa również istotną rolę w reagowaniu na katastrofy naturalne. W momentach kryzysowych odporny system transportu publicznego umożliwia sprawną ewakuację oraz zapewnia wszystkim mieszkańcom dostęp do schronienia, żywności i opieki medycznej.

Co więcej, utrzymanie funkcjonującego systemu transportu publicznego wspiera szybszy powrót miasta do normalności po wystąpieniu zdarzenia kryzysowego – pozwala mieszkańcom, zwłaszcza tym niemającym dostępu do samochodów, zachować mobilność i wrócić do pracy lub innych kluczowych aktywności, gdy tylko warunki na to pozwolą. Planowanie transportu publicznego odpornego na zmiany klimatu jest również ściśle powiązane z celami Misji UE „100 neutralnych klimatycznie i inteligentnych miast do 2030”. Wspiera ona zintegrowany rozwój miejski poprzez tworzenie synergii między infrastrukturą transportową, budynkami energooszczędными i inteligentnymi sieciami energetycznymi. Dąży do zapewnienia

dostępu do niskoemisyjnych form mobilności nawet w warunkach ekstremalnych, zmniejszając tym samym zależność od samochodów. Gwarantując bezpieczny dostęp do miejsc pracy, edukacji i usług podczas ekstremalnych zjawisk pogodowych przyczynia się do zmniejszenia podatności na zagrożenia oraz wzmocnienia równości społecznej. Ponieważ transport publiczny – szczególnie systemy naziemne – jest ściśle powiązany z zabudową miejską, wzmocnienie jego odporności klimatycznej wzmocnia także ogólną odporność całego miasta.

Niniejsza publikacja ma na celu zwrócenie uwagi na znaczenie transportu publicznego odpornego na zmiany klimatu w ramach Sieci CIVITAS. Zestawia najważniejsze wnioski płynące z dotychczasowych badań oraz prezentuje pionierskie działania miast będących liderami w planowaniu odpornego transportu publicznego.



Image: Dreamstime / Thomas Perkins



WYZWANIA W ZAKRESIE ODPORNOŚCI TRANSPORTU PUBLICZNEGO

Pomimo rosnącego znaczenia odporności na zmiany klimatu oraz strategicznej roli, jaką transport publiczny odgrywa w zapewnianiu równego dostępu do życia miejskiego w każdych warunkach, miasta nadal mierzą się z szeregiem barier i wyzwań związanych z włączaniem odporności do planowania transportu publicznego:

Ocena ryzyka:

Choć jest jasne, że zmiana klimatu – wraz z wynikającymi z niej zmianami wzorców pogodowych – będzie w coraz większym stopniu wpływać na systemy transportu publicznego w całej Europie, to szczegółowy charakter i skala tych oddziaływań pozostają w dużej mierze niepewne. Większość projekcji klimatycznych opartych na modelach nie zapewnia poziomu szczegółowości geograficznej niezbędnego do planowania w skali miejskiej ani nie koncentruje się bezpośrednio na wpływie na infrastrukturę transportową – a tym bardziej na systemy transportu publicznego. Aby planować skutecznie, europejskie miasta potrzebują narzędzi, które pomogą im zidentyfikować najbardziej podatne elementy ich sieci transportowych w przyszłych scenariuszach klimatycznych. Ponadto potrzebują solidnego wsparcia decyzyjnego, które ukierunkuje strategiczną alokację środków finansowych na działania zwiększające odporność.

Podatność infrastruktury:

Oczekuje się, że zmiana klimatu będzie powodować coraz większe szkody w miejskiej infrastrukturze transportowej, która w dużej mierze została ukształtowana przez decyzje historyczne i zależności od wcześniejszych ścieżek rozwoju, niedostosowane do przyszłych warunków. Sztywność długo eksploatowanej infrastruktury, w połączeniu z przestarzałymi standardami projektowania, dodatkowo zwiększa podatność systemów transportowych, w tym transportu publicznego. W większości europejskich miast transport publiczny opiera się

w dużym stopniu na infrastrukturze naziemnej, która jest szczególnie narażona na uszkodzenia spowodowane powodziami, falami upałów oraz innymi ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi. Bez znaczących działań adaptacyjnych systemy te będą narażone na narastające zakłócenia i potencjalne awarie w warunkach zmieniającego się klimatu.

Fragmentaryczne zarządzanie i podejmowanie decyzji:

Systemy transportu publicznego zazwyczaj obejmują wiele środków transportu, opierają się na zróżnicowanej infrastrukturze fizycznej i wymagają współdziałania z innymi systemami transportowymi – takimi jak kolej regionalna czy rozwiązania mikromobilności na ostatnim odcinku podróży – aby funkcjonować optymalnie. W rezultacie wzmocnienie odporności transportu publicznego wymaga koordynacji działań szerokiego grona podmiotów, w tym różnych szczebli administracji publicznej, licznych instytucji publicznych (takich jak służby ratunkowe), a nawet interesariuszy z sektora prywatnego. Jednak poszczególne podmioty nie zawsze wykazują jednakowy poziom pilności ani zgodności co do priorytetów w zakresie wdrażania działań na rzecz odporności klimatycznej. Przy braku jasno określonych ram zarządzania taka fragmentacja może prowadzić do opóźnień i nieefektywności.

Finansowanie odporności i potrzeby inwestycyjne:

Osiągnięcie odporności klimatycznej w transporcie publicznym wymaga odpowiednich inwestycji na wszystkich etapach – od przygotowania infrastruktury na wstrząsy związane ze zmianą klimatu, po planowanie strategiczne, które przewiduje zakłócenia i zapewnia ciągłość funkcjonowania w fazach reagowania kryzysowego oraz odbudowy. Jednocześnie finansowanie działań adaptacyjnych i zwiększających odporność klimatyczną w miastach pozostaje ograniczone, a transport publiczny musi konkurować o te środki

z wieloma innymi sektorami. Taka konkurencja często utrudnia terminowe wdrażanie niezbędnych działań. Co kluczowe, inwestycje w odporność nie powinny odbywać się kosztem innych priorytetów – takich jak zwiększanie zrównoważenia, dostępności i komfortu transportu publicznego. Przeciwnie, finansowanie odporności powinno być częścią szerszego podejścia wspierającego długoterminową transformację systemów transportu publicznego.

Wzajemne powiązania systemów:

Miasta to złożone układy współzależnych systemów, w których zaburzenia jednego obszaru szybko przenoszą się na pozostałe. Oddziaływania klimatyczne wpływające na transport publiczny mogą na przykład utrudniać działanie kluczowych usług miejskich, takich jak zbieranie odpadów,

akcje ratunkowe czy logistyka miejska. Z drugiej strony problemy w innych systemach mogą osłabiać sprawność transportu publicznego. Co więcej, miasta nie funkcjonują w izolacji; są częścią powiązanych ze sobą sieci regionalnych, krajowych i międzynarodowych. Katastrofa zakłócająca działanie systemu transportowego w jednym mieście może wywołać efekt domina w sąsiednim regionie, wpływając na codzienne dojazdy, łańcuchy dostaw oraz działania służb ratunkowych. Jeżeli planowanie odporności jest prowadzone w sposób strategiczny, może tworzyć cenne synergie między sektorami, skalami działania i celami rozwojowymi. Skuteczne planowanie odpornego transportu publicznego musi zatem uwzględniać te współzależności - nie tylko po to, by odpowiedzieć na wspólne zagrożenia, lecz także by optymalizować wydatki publiczne i wzmocnić ogólną odporność miejską.



Image: Dreamstime / 1take1shot

NAJLEPSZE PRAKTYKI:

Od nowych zagrożeń do odporności miejskiej: lekcje z transportu publicznego w Mannheim



Mannheim, Niemcy

Mannheim jest drugim co do wielkości miastem w Badenii-Wirtembergii oraz jednym z kluczowych węzłów transportowych w południowo-zachodnich Niemczech, liczącym około 315 000 mieszkańców. Jako jedno z najgorętszych miast w kraju, Mannheim już dziś doświadcza namacalnych skutków zmian klimatu. W ostatnich latach miasto mierzy się z rosnącą liczbą dni z ekstremalnymi upałami oraz okresami suszy, przeplatanymi intensywnymi opadami deszczu i powodzią. Nasilające się skutki zmian klimatycznych skłoniły władze miasta do podjęcia działań. W 2019 roku Mannheim przyjęło strategiczne ramy „Adaptacja do zmian klimatu w Mannheim”, wyznaczając kierunek w stronę większej odporności miejskiej. Działania na rzecz wzmocnienia odporności oraz długofalowej efektywności transportu publicznego w Mannheim wspiera również projekt inicjatywy CIVITAS – UPPER.



Image: rnv Haubner

Kluczowym elementem działań miasta na rzecz odporności jest Plan adaptacji do upałów, który obejmuje zarówno środki służące ochronie mieszkańców przed wysokimi temperaturami i związanymi z nimi zagrożeniami, jak i działania ograniczające powstawanie miejskich wysp ciepła. Przykładowo, zielone torowiska oraz zielone przystanki poprawiają mikroklimat w przestrzeniach transportowych i ich otoczeniu, zapewniając pasażerom chłodniejsze i bardziej komfortowe warunki oczekiwania. Dodatkowo wprowadzono multimodalne usługi transportu na żądanie oraz rozwiązania z zakresu mobilności współdzielonej, które zwiększają elastyczność i odporność sieci transportowej, szczególnie w ekstremalnych warunkach pogodowych.

Plan odporności na fale upałów na potrzeby Igrzysk Olimpijskich i Paraolimpijskich w Paryżu w 2024 roku



Paryż, Francja

Paryż, położony w regionie Île-de-France, jest coraz bardziej narażony na intensywne i długotrwałe okresy ekstremalnych upałów. Od 1950 roku region ten odnotował wzrost średniej temperatury o 2°C, a fale upałów stają się coraz częstsze i bardziej dotkliwe. Warunki te stanowią poważne zagrożenie dla bezpieczeństwa, dostępności oraz ciągłości funkcjonowania usług transportu publicznego.

Île-de-France Mobilités (IDFM) – regionalny organizator transportu publicznego – zidentyfikował kilka kluczowych wyzwań, w tym bezpieczeństwo pasażerów w zatłoczonych węzłach przesiadkowych, zapewnienie odpowiedniego nawodnienia podczas ekstremalnych upałów oraz podatność infrastruktury kolejowej i pojazdów szynowych na obciążenia termiczne. Szczególną uwagę poświęcono również ochronie grup wrażliwych, w tym osób starszych oraz osób o ograniczonej mobilności.

Igrzyska Olimpijskie i Paraolimpijskie Paryż 2024 wprowadziły dodatkowy poziom złożoności, generując wyjątkowo duże obciążenie dla sieci transportu publicznego ze względu na bardzo wysoką liczbę pasażerów oraz ograniczoną dostępność usług klimatyzowanych. W odpowiedzi Île-de-France Mobilités opracowało kompleksowy plan odporności na fale upałów,

którego celem było zapewnienie bezpiecznego, inkluzywnego i odpornego na zmiany klimatu transportu publicznego dla ponad 10 milionów posiadaczy biletów spodziewanych podczas igrzysk. Kluczowe działania obejmowały wcześniejsze rozmieszczenie ponad 2,5 miliona butelek wody, z możliwością dystrybucji w ciągu 48 godzin od ogłoszenia ostrzeżenia przed upałem, a także instalację nowych poidel z wodą pitną, w tym w 32 kluczowych węzłach w pobliżu obiektów sportowych. Dodatkowo w całej sieci uruchomiono 800 punktów uzupełniania wody dla wielorazowych butelek.

W celu poprawy komfortu termicznego w obszarach o dużym natężeniu ruchu zainstalowano 20 zraszaczy mgłowych w strefach intensywnego ruchu autobusów dowozowych, a także utworzono specjalne strefy chłodzenia dla pasażerów o ograniczonej sprawności ruchowej. Wzmocniono również odporność floty, znacząco zwiększając

udział pojazdów wyposażonych w klimatyzację (do czasu igrzysk systemy kontroli klimatu posiadało 100% tramwajów, 73% pociągów, 46% składów metra oraz 43% autobusów).

Opracowana w ścisłej współpracy z komitetem organizacyjnym Paryż 2024 oraz lokalnymi interesariuszami, ta wielopodmiotowa strategia zapewniła nie tylko ciągłość funkcjonowania usług transportowych podczas wydarzenia o globalnej skali, lecz także bezpieczeństwo i komfort milionów pasażerów. Plan odporności na fale upałów stanowi cenny punkt odniesienia dla uwzględniania odporności klimatycznej w logistyce dużych wydarzeń. Jego powodzenie podkreśla znaczenie odpowiedniego przygotowania, innowacyjności oraz współpracy międzysektorowej, oferując jednocześnie uniwersalne wnioski dla innych miast europejskich mierzących się z coraz bardziej ekstremalnymi temperaturami.

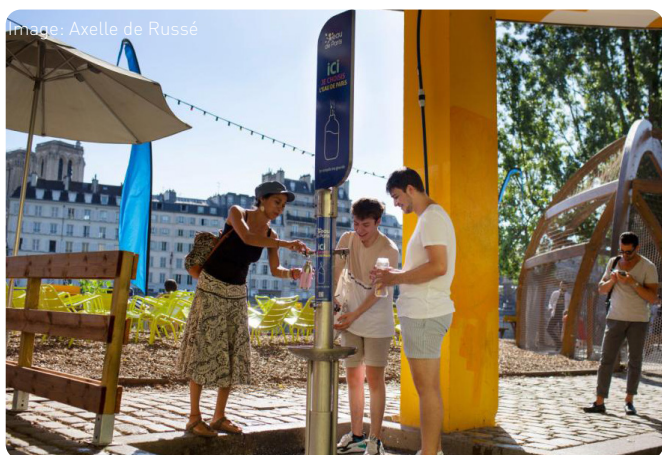
Zabezpieczanie sieci metra w Kopenhadze przed powodzią i wzrostem poziomu morza



Kopenhaga, Dania

Kopenhaga, położona zaledwie kilka metrów nad poziomem morza, jest szczególnie narażona na skutki zmian klimatu – zwłaszcza na podnoszenie się poziomu morza oraz powodzie wywołane intensywnymi opadami deszczu. Zagrożenia te są dodatkowo potęgowane przez zmiany klimatyczne i stanowią poważne niebezpieczeństwo dla infrastruktury podziemnej, w tym dla miejskiej sieci metra.

Metro w Kopenhadze stanowi kręgosłup systemu transportu publicznego miasta. Po uruchomieniu linii City Circle Line (M3) w 2019 roku liczba pasażerów znacząco wzrosła - z 64,7 mln w 2018 r. do 78,8 mln w 2019 r. Ten kluczowy element systemu transportowego jest jednak coraz bardziej narażony na zalania sztormowe, podnoszenie się poziomu morza oraz intensywne opady deszczu, które zagrażają zarówno ciągłości funkcjonowania systemu, jak i bezpieczeństwu pasażerów. Aby ograniczyć te zagrożenia, Kopenhaga w sposób proaktywny zintegrowała ocenę skutków zmian klimatu oraz działania adaptacyjne z procesem projektowania metra. Podejście to stosowane jest już od połowy lat 90., kiedy powstawała pierwsza linia metra, i na przestrzeni lat zostało ono znacząco rozwinięte.



Firma Metroselskabet, zarządzająca kopenhaskim metrem, opracowała strategię adaptacji do zmian klimatu, która uwzględnia odporność już na etapie planowania oraz projektowania technicznego infrastruktury metra. Strategia koncentruje się przede wszystkim na zarządzaniu ryzykiem zalania spowodowanego sztormami oraz intensywnymi opadami deszczu – rozwiązania są każdorazowo dostosowywane do specyficznych podatności poszczególnych stacji oraz prognozowanych maksymalnych poziomów wody.

Kluczowe elementy tego adaptacyjnego podejścia projektowego obejmują strategiczne rozmieszczenie oraz podniesienie poziomu nierzalcznych elementów infrastruktury – takich jak wejścia, klatki schodowe, systemy wentylacji tuneli, rampy, pomieszczenia techniczne, szyby, windy oraz centra sterowania i utrzymania. Każdy z tych elementów jest projektowany w taki sposób, aby zminimalizować narażenie na zalanie i zapewnić ciągłość funkcjonowania systemu metra nawet w warunkach ekstremalnej pogody. Dodatkowe rozwiązania inżynierskie obejmują montaż śluz przeciwpowodziowych, zaawansowanych systemów odwodnienia oraz pomp o wysokiej wydajności.

Co istotne, strategia adaptacyjna nie ma charakteru dokumentu statycznego, lecz funkcjonuje jako „żywy dokument” – podlegający ciągłym aktualizacjom w oparciu o najnowszą wiedzę naukową i dane klimatyczne. Od czasu budowy pierwszej linii metra w 1992 roku podstawowe prognozy klimatyczne uległy znaczącym zmianom; przykładowo, prognozowany średni poziom

wody wzrósł ponad dwukrotnie. Zaktualizowane prognozy zostały uwzględnione w projekcie City Circle Line, co odzwierciedla zaangażowanie Kopenhagi w systematyczne, oparte na dowodach planowanie.

Zabezpieczanie infrastruktury transportu publicznego w Wiedniu przed skutkami upałów



Wiedeń, Austria

Wiedeń, stolica Austrii, jest powszechnie uznawany za jedno z najbardziej przyjaznych do życia miast na świecie – między innymi dzięki sprawnemu i dostępnemu systemowi transportu publicznego. Miasto znajduje się również w czołówce działań na rzecz łagodzenia skutków zmiany klimatu i adaptacji do niej, stanowiąc wzór dla innych dzięki inicjatywom przyjaznym klimatowi, takim jak zakrojone na szeroką skalę zazielenianie miasta, rozwiązania typu „miasto gąbka” oraz wdrożenie własnej ustawy klimatycznej.

W ostatnich dekadach miasto doświadcza coraz gorętszych i bardziej suchych okresów letnich, a średnia roczna temperatura wzrosła o około 2°C w ciągu ostatnich 40 lat. Fale upałów występują coraz częściej i są coraz intensywniejsze, stanowiąc szczególne zagrożenie dla grup wrażliwych, w tym dzieci i osób starszych. Warunki te wpływają również na komfort i bezpieczeństwo pasażerów transportu publicznego, zwłaszcza podczas oczekiwania na odsłoniętych przystankach autobusowych i tramwajowych.



Image: Dreamstime / Richair



Image: Metroselskabet

Aby odpowiedzieć na te wyzwania, miasto wdrożyło inicjatywę adaptacyjną ukierunkowaną na wprowadzanie zieleni w infrastrukturze transportu publicznego, w szczególności na przystankach autobusowych. We współpracy z operatorem transportu publicznego w Wiedniu – Wiener Linien, Uniwersytetem Zasobów Naturalnych i Nauk o Życiu w Wiedniu oraz firmą Gewista (odpowiedzialną za wiaty przystankowe), rozpoczęto testowanie różnych gatunków roślin, rozwiązań zacieniających oraz adaptacji konstrukcyjnych w wielu lokalizacjach na terenie miasta. Tam, gdzie było to technicznie możliwe, na wiatach przystankowych instalowano zielone dachy z roślinnością typu rozchodnik, tworząc niewielkie „zielone wyspy”, które poprawiają lokalny mikroklimat, wspierają bioróżnorodność oraz ograniczają narażenie oczekujących pasażerów na wysokie temperatury. Pomiary wykazały, że takie zazielenione przystanki mogą być o 1–1,5°C chłodniejsze od tradycyjnych – co stanowi istotną różnicę podczas ekstremalnych fal upałów.



Image: Wiener Linien

KLUCZOWE WSKAŹNIKI ODPORNOŚCI SYSTEMÓW TRANSPORTU PUBLICZNEGO

Systemy transportu publicznego są coraz bardziej narażone na szeroki zakres zagrożeń związanych ze zmianami klimatu. Obejmują one zarówno zagrożenia bezpośrednie, takie jak uszkodzenia infrastruktury spowodowane ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi, jak i zagrożenia pośrednie, takie jak zmiany w zachowaniach pasażerów, niedobory kadrowe czy trudne warunki pracy podczas fal upałów lub powodzi.

Aby skutecznie zrozumieć te zagrożenia, przygotować się na nie oraz właściwie na nie reagować, miasta potrzebują kompleksowego zestawu wskaźników odporności. Wskaźniki te są niezbędne do oceny zarówno pilności zagrożeń klimatycznych, jak i poziomu przygotowania całego systemu transportowego. Umożliwiają one również monitorowanie postępów w czasie, dzięki czemu władze mogą oceniać, w jakim stopniu działania

adaptacyjne przyczyniają się do wzmacniania odporności.

Co istotne, bez wystarczających danych i rzetelnych dowodów dotyczących wpływu zmian klimatu na transport publiczny władzom miejskim może być trudno pozyskać odpowiednie środki na działania adaptacyjne. Dobrze zdefiniowane wskaźniki pomagają wypełnić tę lukę, dostarczając mierzalnych informacji zarówno na temat poziomu ryzyka, jak i skuteczności stosowanych strategii reagowania.

Oprócz koncentracji na infrastrukturze fizycznej wskaźniki powinny również uwzględniać społeczny wymiar odporności oraz kwestie równości – tak aby system przynosił korzyści wszystkim użytkownikom, w szczególności tym najbardziej narażonym.

Kompleksowy zestaw wskaźników powinien obejmować następujące obszary:

- **Ocena podatności:** analiza stopnia narażenia oraz wrażliwości poszczególnych środków transportu publicznego i elementów infrastruktury na zagrożenia klimatyczne, takie jak powodzie, fale upałów czy zalania sztormowe.
- **Elastyczność i ciągłość działania:** dostępność alternatywnych tras lub środków transportu oraz zdolność systemu do utrzymania kluczowych usług w warunkach ekstremalnych.
- **Sprawiedliwość i dostępność:** pomiar wpływu strategii zwiększania odporności na grupy wrażliwe, z zapewnieniem sprawiedliwego podziału korzyści wynikających z działań adaptacyjnych.
- **Niezawodność operacyjna:** wskaźniki służące ocenie odporności infrastruktury, harmonogramów utrzymania, ciągłości świadczenia usług oraz funkcjonowania systemu w warunkach zwiększonego obciążenia.
- **Gotowość i zarządzanie:** wskaźniki monitorujące istnienie i jakość planów reagowania kryzysowego, strategii adaptacyjnych oraz skuteczność wielopoziomowego zarządzania i koordynacji interesariuszy.

KLUCZOWE PRZESŁANIA I WNIOSKI

Transport publiczny stanowi fundament życia miejskiego. Każdego dnia miliony ludzi w całej Europie polegają na nim, aby uzyskać dostęp do pracy, edukacji, opieki zdrowotnej oraz innych kluczowych usług i możliwości. Wraz z nasilaniem się zmian klimatu, miasta stają przed coraz większymi wyzwaniami związanymi z utrzymaniem niezawodności, bezpieczeństwa i dostępności tych systemów. Rosnąca częstotliwość ekstremalnych zjawisk pogodowych już dziś zakłóca funkcjonowanie infrastruktury i operacji transportowych - zagrażając nie tylko sprawności systemu, ale także zdrowiu i dobrostanowi pasażerów.

Dostrzegając te wyzwania, wiele europejskich miast podejmuje proaktywne działania na rzecz zwiększenia odporności swoich sieci transportu publicznego, łącząc planowanie odporności z projektowaniem infrastruktury, modelami zarządzania oraz świadczeniem usług. Na podstawie przedstawionych studiów przypadków i najlepszych praktyk, można sformułować kilka kluczowych wniosków i rekomendacji:

1. Opracowanie i wdrożenie wskaźników odporności

- Ustanowienie ustandaryzowanych kluczowych wskaźników efektywności (KPI) dla odporności transportu publicznego pomogłoby miastom w ocenie zagrożeń związanych ze zmianami klimatu, ustalaniu priorytetów inwestycyjnych oraz śledzeniu postępów w czasie.
- Takie wskaźniki powinny obejmować zarówno podatność infrastruktury, jak i odporność społeczną – tak aby działania adaptacyjne sprzyjały równości oraz chroniły grupy szczególnie narażone.

2. Zapewnienie długoterminowej odporności nowej infrastrukturze

- Infrastruktura transportowa o długim okresie użytkowania - w tym systemy metra, linie kolejowe czy główne drogi - powinna być zawsze planowana z uwzględnieniem obecnych i przyszłych zagrożeń klimatycznych.



- Decyzje dotyczące lokalizacji, projektowania oraz doboru materiałów muszą uwzględniać prognozy wzrostu poziomu morza, ekstremalnych upałów, powodzi oraz innych zagrożeń.
- Wczesne uwzględnienie adaptacji do zmian klimatu w planowaniu infrastruktury pozwala ograniczyć koszty w długiej perspektywie oraz zwiększa ciągłość funkcjonowania systemów.

3. Inwestowanie w wysokiej jakości infrastrukturę o szerokim zastosowaniu

- Odporna infrastruktura transportu publicznego musi być dobrze zaprojektowana, solidnie wykonana i właściwie utrzymywana. Wymaga to odpowiedniego i przewidywalnego finansowania na wszystkich szczeblach administracji.
- Efektywność kosztowa może zostać zwiększona, gdy inwestycje jednocześnie realizują wiele celów.

4. Wzmocnienie wielopoziomowego zarządzania i koordynacji

- Skuteczne ramy zarządzania wielopoziomowego, z jasno określonym zakresem odpowiedzialności oraz harmonogramami działań, mają kluczowe znaczenie dla zapewnienia szybkiej i skoordynowanej reakcji w sytuacjach kryzysowych związanych z klimatem.

- Ścisła współpraca między miastami, operatorami transportu, służbami ratunkowymi, rządami krajowymi oraz instytucjami Unii Europejskiej może w znaczący sposób zwiększyć skuteczność działań na rzecz odporności.

5. Wykorzystanie narzędzi cyfrowych i danych satelitarnych

- Nowe technologie, takie jak monitoring satelitarny, teledetekcja oraz analityka predykcyjna, mogą wspierać proaktywne zarządzanie infrastrukturą, ocenę ryzyka klimatycznego oraz reagowanie kryzysowe w czasie rzeczywistym.

6. Promowanie wymiany wiedzy i współpracy

- Choć niektóre miasta mają już wieloletnie doświadczenie we wdrażaniu działań adaptacyjnych do zmian klimatu w systemach transportowych, inne dopiero rozpoczynają ten proces.
- Inicjatywy ogólnoeuropejskie oraz sieci współpracy miast powinny nadal wspierać wymianę wiedzy, nauczanie rówieśnicze oraz upowszechnianie sprawdzonych i możliwych do wdrożenia na większą skalę rozwiązań - tak aby miasta nie musiały „wynajdywać koła na nowo” i aby maksymalizować efekty inwestycji publicznych.



Image: Dreamstime / Wirestock

ŹRÓDŁA

ITF (2016), *Adapting Transport to Climate Change and Extreme Weather: Implications for Infrastructure Owners and Network Managers*, ITF Research Reports, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789282108079-en>

Urban resilience hub:
<https://urbanresiliencehub.org/>

European Environment Agency, *European climate risk assessment*, Publications Office of the European Union, 2024, <https://data.europa.eu/doi/10.2800/8671471>

Disaster risk reduction:
<https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/eu-adaptation-policy/sector-policies/disaster-risk-reduction>

POLIS, and Rupprecht Consult - Forschung & Beratung GmbH (eds). 2021. **Topic Guide: Planning for more resilient and robust urban mobility**

UITP (International Association of Public Transport). 2024. **Adapting Public Transport to Climate Change: The Key for Resilient Cities**

European Road Transport Research Advisory Council (ERTRAC), 2021. **Urban Mobility Resilience Roadmap**

Institut Paris Région. (2022, November 10). **Vulnérabilités de l'Île-de-France aux effets du changement climatique: Que sait-on, que pressent-on?**

City of Mannheim. 2030 **Climate Neutrality Action Plan**. NetZeroCities.

Danish Environmental Protection Agency. (2014, July 10). **The metro has been designed for climate change**. Climate-adaptation (Klimatilpasning.dk).

European Environment Agency. (2016, June 7). **Integrating adaptation in the design of the metro of Copenhagen** [Case study]. Climate-ADAPT.

European Environment Agency. (n.d.). **200 Climate-Adapted Transport Facilities (Mission story 35)**. In *Mission: Solutions*, Climate-ADAPT

Opracowane przez CIVITAS Policy Group ds. Neutralnej Klimatycznie i Odpornej Mobilności

Główne autorki: Kateřina Kührová, Arianna Americo (Eurocities)

Eksperci współpracujący: Marion Pignel (Covenant of Mayors Europe), Jens Müller (Clean Cities Campaign), Esteban Leon (UN HABITAT – Urban Resilience Hub), Wolfgang Backhaus (EU Climate Neutral and Smart Cities Mission – NetZeroCities), Lucie Beaumel (2ZERO Partnership), Hilia Boris Iglesias (The International Association of Public Transport – UITP) and Arthur Cormier (The International Association of Public Transport – UITP)

Zdjęcia na okładce: rnvHaubner / Dreamstime / Irstone



www.civitas.eu

Skontaktuj się z nami!

secretariat@civitas.eu
communications@civitas.eu



@civitas_eu



CIVITAS Initiative



CIVITAS Initiative



CIVITAS
Sustainable and smart mobility for all



THE CIVITAS INITIATIVE
IS CO-FUNDED BY
THE EUROPEAN UNION



This product has been produced under the CIVITAS MUSE Coordination and Support Action funded by the Horizon Europe programme under grant agreement No. 101103716. Tłumaczenie na język polski zostało przygotowane przez Sekretariat CIVINET Polska i także współfinansowane przez CIVITAS MUSE w ramach budżetu rocznego CIVINET.

